SUN'IY INTELLEKT VA KLASSIK KOMPYUTER KO'RISH ALGORITMLARI ASOSIDA YUZNI TANIB OLISHNING KOMBINATSIYALASHGAN USULI

Abduqodirova Roziya Iskandar qizi[1],
Ibragimova Barchinoy Tashkenboyevna[1],
Narziyev Nosir Baxshilloyevich [2]
[1]TATU talabasi,
[2]TATU kata o'qituvchisi
E-mail: abduqodirovaroziya7@gmail.com;
ibragimovabarchinoy9@gmail.com;
n.b.narziyev@gmail.com

Annotatsiya: *Mazkur tezisda sun'iy intellektga asoslangan chuqur o'rganish usullari va an'anaviy kompyuter ko'rish algoritmlarini birlashtirib, yuzni tanib olish tizimlarining aniqligini va mustahkamligini oshirish masalalari ko'rib chiqiladi. Kombinatsiyalashgan yondashuv asosida qurилган gibrid tizim turli yoritish sharoitlarida, masofada va qisman to'siqlar mavjud bo'lganda ham yuqori ishlash ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Shuningdek, tizimning haqiqiy vaqt rejimida ishlashi va amaliy tatbiq etish imkoniyatlari tahlil qilinadi.*

Kalit so'zlar: *yuzni tanib olish, chuqur o'rganish, CNN, klassik kompyuter ko'rish, gibrid tizim, biometrik identifikatsiya, sun'iy intellekt.*

Kirish

Yuzni avtomatik tanib olish texnologiyasi xavfsizlik, moliya, sog'liqni saqlash va iste'molchi elektronikasi kabi ko'plab sohalarda tobora keng qo'llanilmoqda. Biometrik autentifikatsiya, jinoiy qidiruv tizimlari va aqlli videokuzatuv tizimlarida yuzni tanib olish asosiy vosita sifatida ishlatiladi.

Biroq, real dunyo sharoitlari - o'zgaruvchan yoritish, turli burchaklardan olingan tasvirlar, qisman to'siqlar va yosh o'zgarishlari - tizim aniqligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

An'anaviy kompyuter ko'rish usullari (LBP, HOG, Eigenfaces, Fisherfaces) tez ishlashi va kam hisoblash resursi talab qilishi bilan ajralib turadi, ammo murakkab sharoitlarda ularning aniqligi pasayib ketadi. Chuqur o'rganishga asoslangan zamonaviy yondashuvlar (CNN, FaceNet, ArcFace) yuqori aniqlikni ta'minlasa-da, katta hajmdagi o'quv ma'lumotlari va kuchli apparat resurslarini talab qiladi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida ikkala yondashuvni birlashtirgan kombinatsiyalashgan gibrid tizim konsepsiyasi dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Gibrid tizimning umumiy arxitekturasi

Taklif etilayotgan kombinatsiyalashgan tizim ikki asosiy qatlamdan iborat: klassik kompyuter ko'rish moduli va chuqur neyron tarmoq moduli. Ushbu modullar parallel ishlashi yoki ketma-ket (kaskad) tartibida faoliyat yuritishi mumkin. Tizimning umumiy ish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1. **Yuzni aniqlash (Detection).** Haar Cascade yoki Dlib HOG detektori yordamida tasvirdan yuz sohasini tez aniqlash amalga oshiriladi. Bu bosqich kam resurs talab qiluvchi klassik usullar asosida quriladi.
2. **Oldindan qayta ishlash (Preprocessing).** Aniqlangan yuz sohasi normallashtiriladi: o'lcham standartlashtiriladi, yorqinlik va kontrast tenglashtiriladi, geometrik transformatsiya (alignment) bajariladi.
3. **Xususiyatlarni ajratib olish (Feature Extraction).** Klassik modul (LBP, HOG) va CNN moduli bir vaqtda xususiyatlar vektorini shakllantiradi. Ikki moduldan olingan vektorlar birlashtiriladi (feature fusion).
4. **Tasniflab aniqlash (Classification).** Birlashtirilgan xususiyatlar vektori SVM yoki Softmax tasniflagichiga uzatiladi. Chiqishda identifikatsiya natijasi va ishonchlilik darajasi qaytariladi.

Klassik va chuqur o'rganish usullarining qiyosiy tahlili

Har ikkala yondashuvning kuchli va zaif tomonlarini tushunish gibrid tizimni samarali loyihalash uchun zarurdir. Quyidagi jadvalda asosiy farqlar keltirilgan:

Mezon	Klassik usullar (LBP, HOG)	Chuqur o'rganish (CNN, FaceNet)
Aniqlik	O'rtacha (85–92%)	Yuqori (97–99%+)
Hisoblash resursi	Kam (CPU yetarli)	Ko'p (GPU talab qiladi)
O'quv ma'lumotlari	Kam miqdor yetarli	Katta hajm zarur
Ishlash tezligi	Juda tez	Nisbatan sekinroq
Yorug'lik o'zgarishiga chidamlilik	Past	Yuqori
Qisman to'siqlar	Zaif	Kuchli

Kombinatsiyalashgan usulning o'ziga xos jihatlari

Gibrid tizimda ikki modulning birgalikda ishlatilishi bir qator muhim afzalliklarni vujudga keltiradi. Xususiyatlarni birlashtirish (feature fusion) strategiyasi tizimning turli sharoitlarga moslashish qobiliyatini oshiradi. Shuningdek, klassik modul tez preskrinning vazifasini bajaradi: oldindan yuzning aniqligi past bo'lsa, CNN moduliga ishlov berish yuborilmaydi, bu esa umumiy hisoblash yukini kamaytiradi.

Tizimning asosiy afzalliklari:

– Aralash sharoitlarda (past yorug'lik, masofa, to'siqlar) barqaror ishlash qobiliyati;

– Engil qurilmalarda (edge devices) ham samarali ishlashi – klassik modul asosiy yuqni o'z zimmasiga oladi;

– Trenirovka ma'lumotlari miqdori kamroq bo'lganda ham yaxshi umumlashtirish imkoniyati;

– Ikki mustaqil modul orqali xatolarni o'zaro kompensatsiya qilish mexanizmi.

Muammolar va yechimlar

Kombinatsiyalashgan tizimni amalda qo'llashda bir qator texnik va tashkiliy muammolar mavjud. Quyidagi jadvalda asosiy muammolar va ularni hal etish yo'llari keltirilgan:

№	Muammo turi	Tavsif	Yechim
1	Modellarni muvofiqlashtirish	Ikki moduldan olingan xususiyatlar o'lchami va ma'nosi farqlanadi	PCA yoki birlashtiruv qatlamlari orqali o'lchamlarni standartlash
2	Hisoblash resurs balansi	CNN katta GPU resursi, klassik modul kam CPU talab qiladi	Dinamik rejim: sharoit bo'yicha modullar faolligini boshqarish
3	Yangilanish (aging)	Vaqt o'tishi bilan yuz ko'rinishi o'zgaradi	Incremental learning orqali modelni muntazam yangilab borish
4	Maxfiylik va ma'lumotlar xavfsizligi	Biometrik ma'lumotlarning tarqalib ketish xavfi	Shifrlash va lokal qayta ishlash (on-device inference)

Xulosa

Sun'iy intellekt va klassik kompyuter ko'rish algoritmlarini birlashtiradigan kombinatsiyalashgan yondashuv yuzni tanib olish sohasida yangi imkoniyatlarni ochib beradi. Gibrid tizim ikkala yondashuvning kuchli

tomonlarini – klassik usullarning tezligi va tejamkorligi, chuqur o'rganishning yuqori aniqligi va mustahkamligi – bir arenda jamlaydi. Bunday tizimlar xavfsizlik infratuzilmasi, chegara nazorati, tibbiyot va moliya sohasida keng tatbiq etilishi mumkin. Kelajakda multimodal biometrik tizimlar (yuz + ovoz + imo-ishora) bilan integratsiya ushbu sohani yanada rivojlantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. F. Schroff, D. Kalenichenko, J. Philbin. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering. CVPR, 2015.
2. J. Deng, J. Guo, N. Xue, S. Zafeiriou. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. CVPR, 2019.
3. T. Ahonen, A. Hadid, M. Pietikainen. Face Description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition. IEEE TPAMI, 2006.
4. N. Dalal, B. Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. CVPR, 2005.
5. H. Wang, Y. Wang. A Survey on Face Detection in the Wild: Past, Present and Future. Computer Vision and Image Understanding, 2014.